

指南

在工厂内连接运动控制

实施通信协议

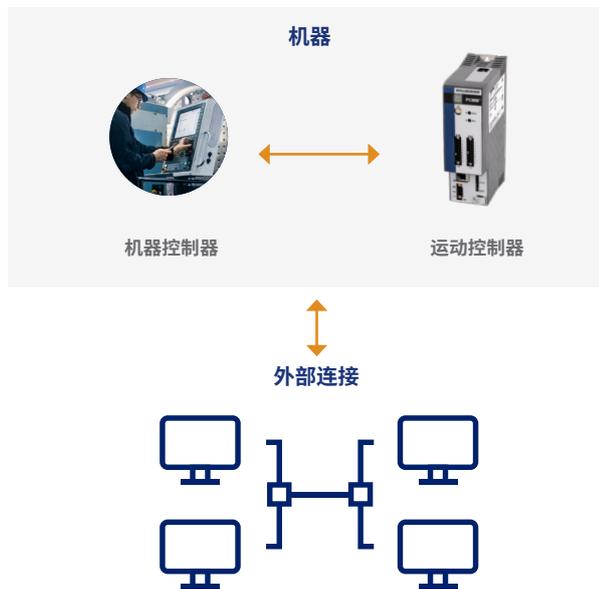
KOLLMORGEN

过去 10 年，工厂内部对基于以太网的通信的需求日益增长。机器在每一阶段任务和性能の詳細信息是生产力的关键。控制器的功能已经从性能报告拓展到预测性维护警告，甚至更多，因此对在同一机器内部以及在工厂其他地方连接多个控制器的需求也有所增长。

本文论述了运动控制器内以太网和非以太网连接可用的选项。首先我们总结一下可以通过运动控制器传输的信息，然后列举控制器的网络和非网络通信范例。最后，我们将演示在为您的工厂选择适合的解决方案时需要考虑的因素。

机器控制格式

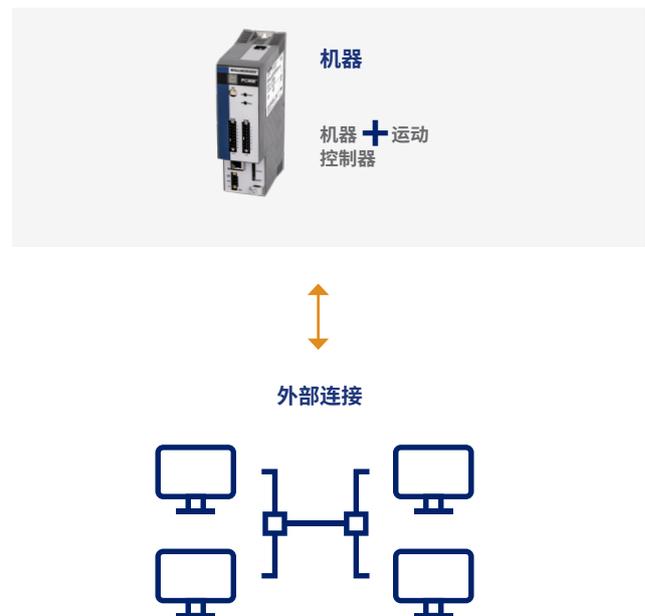
在机器中配置高性能伺服运动控制有两种格式。



在上面的示例中，运动和机器控制器是分开的。运动控制器负责运动，而机器控制，即常驻可编程逻辑控制器（PLC）或个人计算机（PC），处理其他机器控制。拥有一个单独的运动控制器的优势在于专用于运动控制性能的功能和处理能力通常会更多。更多运动类型（如凸轮）和更多操作模式（如扭矩速度、齿轮和更加时延敏感的

输入/输出（I/O）），这些都是独立运动控制器的好处。此外，如果以运动控制作为重心，将运动和机器控制器分开通常会获得更高的运动控制性能和精确度。

第二种机器控制是将机器和运动控制组合在一个控制器中，如下例所示。



得益于处理器的日益强大，内置 PLC 功能的运动控制器已经面市。这就消除了对 PLC 或基于 PC 的机器控制器的需求，潜在地降低了机器总控制成本。



传输的信息

运动控制器应用于各行各业，包括医疗、实验室自动化、机器人、印刷、贴标签、材料成形、制药、包装、食品与饮料、轮胎和橡胶、邮政分拣。

运动控制器的主要数据都是性能相关的。这些数据可以包括，机器的生产效率，已制造产品数量、机器错误或限制警告以及意外变化，如机器内加热器的操作温度不正确。

知道机器工作正常并且效率全开可以让我们安心，而知道它运行不正常则能够节约成本、时间和资源。假设您的电机工

作电流高于正常值（表明存在机械问题），或者定长剪切机发生剪切错误。对系统进行编程以提供实时机器性能数据是快速识别和修复这些问题的关键。

在机器控制器之间移动的信息以命令为主。这些命令可以是机器启动的说明或方法（例如零件号）或制造特定小部件的参数。还可以包括运动规格，例如距离、速度、凸轮运动点及其他操作详细信息，比如用于机器操作员执行日常维护的定期提醒。

三种信息 传输媒介：

面向 PLC 的以太网：常用的工业以太网现场总线整合到传统的 PLC 中，例如 Ethernet/IP、Profinet、EtherCAT[®]、SERCOSIII[®]、供应商特定的及其他以太网。

面向 PC 的以太网：传统基于 PC 的网络，例如 TCP、UDP 和 HTTP

非以太网方法：Web 服务器、SD 卡、远程内存、FTP 和 VPN/远程 Web 访问。

以太网通信基本要素

- » 传输媒介为铜线、CAT5 或 CAT6 电缆和 RJ45 终端。各节点之间的电缆最长可达 100 米。
- » 连接拓扑可以是线、星形或环形，不过许多网络实施方案仅支持三种拓扑的子集。
- » 许多运动或机器应用中需要内置电隔离，以帮助消除部件差异和维持精确运动控制。
- » 信息的传输可以是确定性或非确定性的，取决于网络及其配置方式。
- » 更新时间可以是 500 毫秒或更高，最低 250 微秒，取决于应用和网络。
- » 可进行自动网络配置和完整性检查，以确保网络传输的质量。
- » 运动控制器和机器控制器或外部控制器之间传递的信息通常称作参数、变量或标签，采取单个对象的形式或数据阵列或结构的形式。

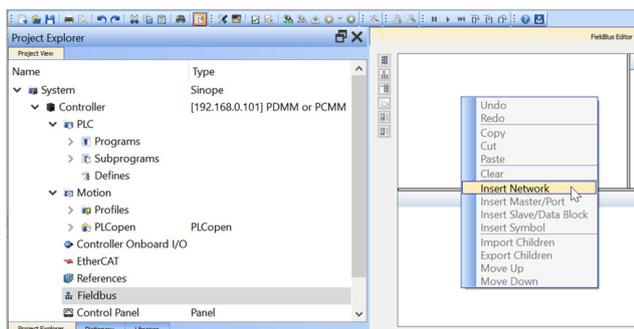
MODBUS TCP/IP

基于以太网的 Modbus[®] TCP/IP 建立在 Modbus RTU 协议上。它是各种设备和控制产品采用并支持的工业标准。Modbus TCP/IP 采用标准地址块方案，以 32 位或 16 位格式传输二进制和非二进制数据。它是非确定性的，数据更新时间可以变化。一般而言，两个设备之间的更新时间性能范围是 20 至 200 毫秒。要将 Modbus TCP/IP 界面集成到运动

控制器中，运动控制器的编程软件中一般都会有一个配置设置。左下方的范例中，有一个选项用于将网络插入到现场总线编辑器中。

因为不需要文本编程，可以直接将 Modbus 地址链接到预设标签或变量。链接可以通过拖放方式建立或经由下拉对话框添加。

在机器控制器侧设置 Modbus 连接需要配置 IP 地址。然后，通过导入标签文件，运动参数即可在机器控制器的标签或变量字典和应用程序中使用。

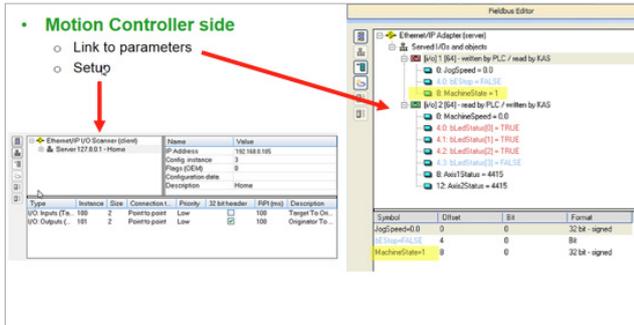


ETHERNET/IP

Ethernet/IP™ 由于其灵活、可扩展和易于集成的特性而被广泛使用。可行的配置包括 Polled I/O、Flex I/O 和 Explicit Messaging。它可以内置在运动控制器中并能够指定直接访问运动控制器的机器与工艺参数的权限。科尔摩根 PDMM 或 PCMM 控制器的传输更新速率可高达 10 毫秒，不过许多应用在 30 至 100 毫秒范围的更新速率下可以很好地工作。

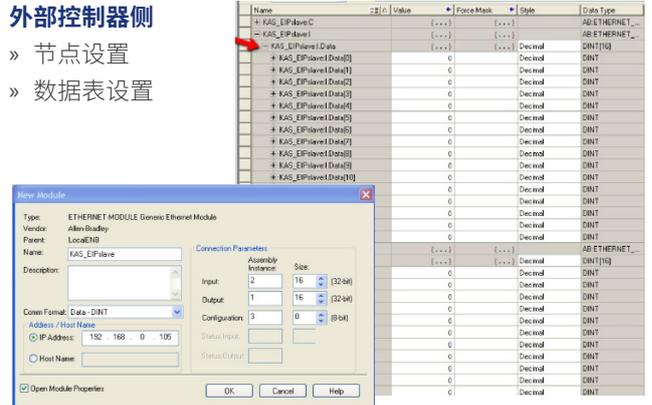
运动控制器侧的实施方案通过一个设置屏幕实现，用户在该设置屏幕上设置与 Ethernet/IP 相关的参数并在应用程序中轻松绑定。

机器控制器侧的内置屏幕允许节点和数据表设置。



外部控制器侧

- » 节点设置
- » 数据表设置



UDP (用户数据报协议)

UDP 由于为机器控制应用提供了便利和速度，越来越为工业自动化领域所接受。UDP 常用于 Visual Basic (VB)、Visual Studio (VS) C++、C# 及其他语音所开发的应用。这些语言一般都用在机器自动化领域以外，但是较低的通信成本使该协议吸引了自动化应用的关注。它可以实现高达 1 至 4 毫秒的极快更新速率。

与 Ethernet/IP 设置不同，科尔摩根 PDMM 运动控制器中的 UDP 连接不需要用现场总线屏幕来实现。通信直接在应用程序中经由 PLC 功能区块建立。传入的信息被读取并解析成运动控制参数。

Function	Description
udpAddrMake	Build an address buffer for UDP functions
udpClose	Close a socket
udpCreate	Create a UDP socket
udpIsValid	Test if a socket is valid
udpRcvFrom	Receive a telegram
udpRcvFromArray	Receive a byte array through UDP
udpRcvFromVar	Receives the contents of a variable through UDP
udpSendTo	Send a telegram
udpSendToArray	Send a byte array through UDP
udpSendToVar	Sends the contents of a local variable through UDP

Initialize Communications

```

0: //Create Socket
SocketNumber := udpCreate(20);
TestState := TestState + 1;
if 0 = SocketNumber then
    bTestFailed := true;
    TestState := 100;
    printmessage(LEVEL_ERROR, 'Create Socket Failed');
end_if;

1: //Validate Socket
if true = udpIsValid(SocketNumber) then
    TestState := TestState + 1;
else
    bTestFailed := true;
    TestState := 100;
    printmessage(LEVEL_ERROR, 'Socket is invalid');
end_if;

2://Indicate that ready to receive
if true = udpAddrMake('10.156.238.207'(*STRING*), 20(*DINT*), Ad
bSendStatus := udpSendTo(SocketNumber,20,Address, 'I am ready t
if true = bSendStatus then
    TestState := TestState + 1;
else
    bTestFailed := true;
    TestState := 100;
    printmessage(LEVEL_ERROR, 'Failed to send acknowledgement');
end_if;
end_if;
    
```

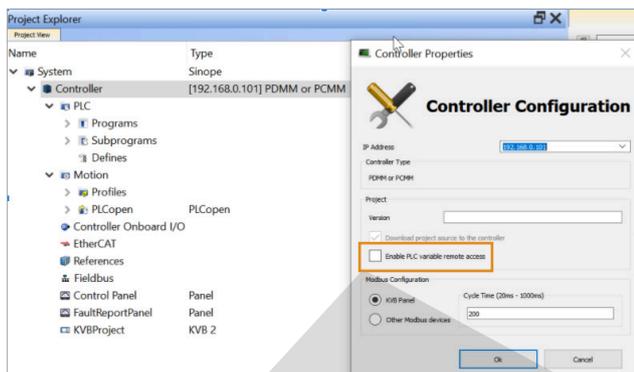


HTTP（超文本传输协议）

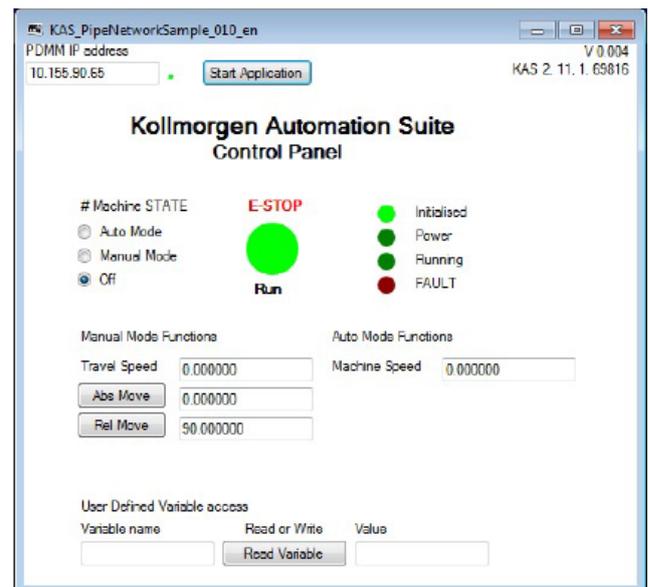
HTTP 一直被称为是使网站工作的协议。虽然不是特别为机器自动化开发的协议，但 HTTP 也可以用在工厂自动化领域。诸如 Visual Basic (VB)、Visual Studio (VS)、Excel、C#、C++ 和 Java 之类基于 PC 的控制器所使用的语言提供 HTTP 通信支持。HTTP 是非确定性的，通信速率有 50 至 300 毫秒。在不需要以伺服更新速率传递时延敏感信息的应用中，例如进行机器设置信息通信时，此协议可以很好地工作。

在运动控制器中，HTTP 界面的实施通过控制器设置屏幕完成，这使得字典中的所有变量都可以通过 HTTP 网络获得。外部控制器的 HTTP 设置和通信比较简单，传输只需要运动控制器的 IP 地址和参数名称。

下列所示为从 VB2008 平台到运动控制器的 HTTP 通信。它是一个控制屏幕/面板，用于控制读写机器参数。来自运动控制器的数据由循环读取命令来读取。数据传输或写入到运动控制器为事件驱动，即用户单击一个按钮或输入一个运动参数值时会驱动数据传输或写入。

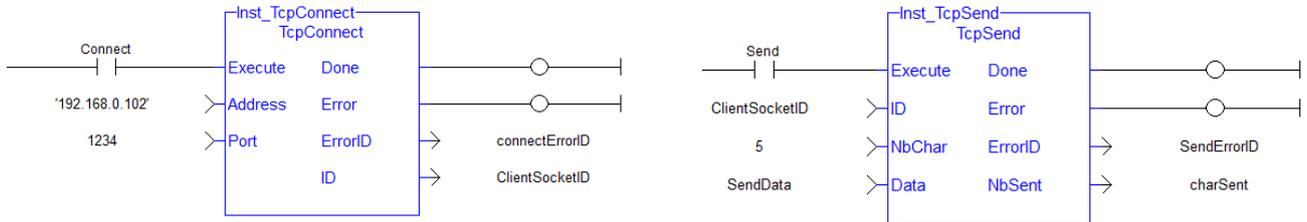


启用 PLC 变量远程访问



TCP 传输控制协议

TCP/IP 是最常用的网络之一，一般用于办公环境，但也可以在工厂中使用。在运动控制器中，TCP/IP 通信采用专用功能区块实施。



ETHERCAT

EtherCAT 的速度和精度使其成为将远程 I/O 或驱动器之类的设备连接到运动控制器的理想之选。工业自动化应用的常见格式是 CAN Over EtherCAT (CoE)，使数据能够确定性发送，更新时间短至四分之一毫秒或 250 微秒。不需要在每个周期中传输正在生成的部件类型等数据，因此协议的不确定性端(称为SDO或Mailbox)将处理这些数据传输。

在设备端，来自设备供应商的预定义 ESI (EtherCAT 从站信息) 文件定义了一组可以传输的参数。部分称为过程数据对象 (PDO) 的参数循环更新。其他在背景 (SDO 或 Mailbox 通道) 中以较慢速率传输的参数亦可定义。此外，当网络进行初始化以配置设备在应用中的使用方式以及扫描网络上的设备时，含有 EtherCAT 主站的运动控制器可以设置设备参数。

Device_2 (EL2521) PDO Selection/Mapping

Output (Rx) PDOs

Select Output (Rx) PDOs

Index	Subindex	Object Name	Size [bit]	PLC Variable
0x7010	1	Control_Frequency select	1	(Global)/ControlFreqSelector
0x7010	2	Control_Disable ramp	1	(Global)/ControlDisableRamp
0x7010	3	Control_Go counter	1	(Global)/ControlGoCounter
0x7010	17	Frequency value	16	(Global)/FreqValue

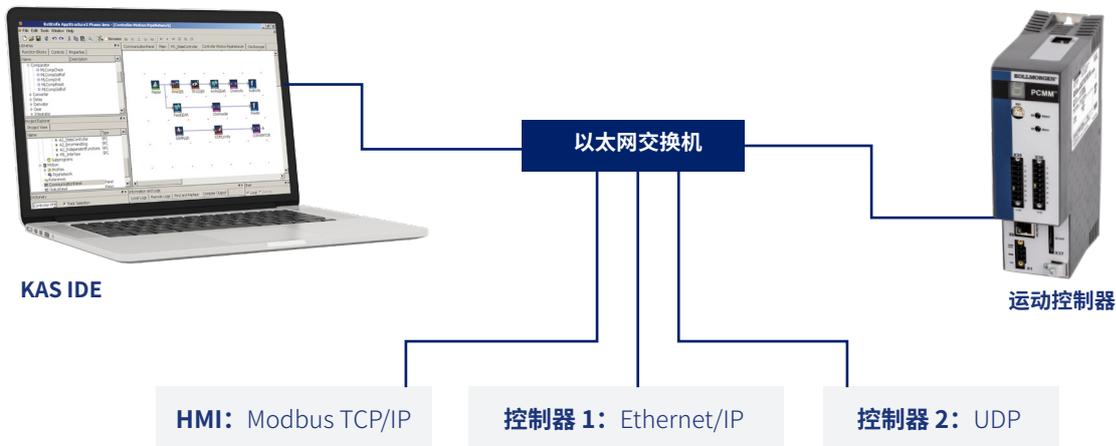
Index	Subindex	Object Name	Size [bit]	PLC Variable
0x7020	3	Control_Set counter	1	(Global)/ControlSetCounter
0x7020	17	Set counter value	16	(Global)/SetCounterValue

在运动控制器界面，有一个窗口显示哪些参数属于 PDO 参数并且可以循环发送。在设置中，用户可以将循环参数链接到一个应用中的 PLC 变量。通过 EtherCAT 网络过来的参数也可以通过特定控制器功能区块链接到 PLC 编程变量。例如，如果您需要读取一个伺服轴的位置，可以使用一个标准 PLC 开放功能区块，如 MC_ReadActPosition。在运动控制器端，许多类型的变量都可以非周期性通过。

多个连接

一些应用需要多个基于以太网的网络界面来连接到运动控制器。实现这一点的一种方法是通过一个外部以太网交换机连接到运动控制器上的一个RJ45端口。在下列中，有三个连接：Modbus TCP/IP、Ethernet/IP 和 UDP。Modbus TCP/IP 连接到 HMI。外部控制器 #1 经由 Ethernet IP 连接，第三个

连接使用 UDP 连接到外部控制器 #2 用以实施 SCADA。有一个实际问题要问，使用三个网络将如何影响性能。用户应该仔细规划使用的网络，从而优化每个网络和传输信息的更新速率以及运动控制器中的程序的更新速率，以尽可能减少对性能的任何负面影响。



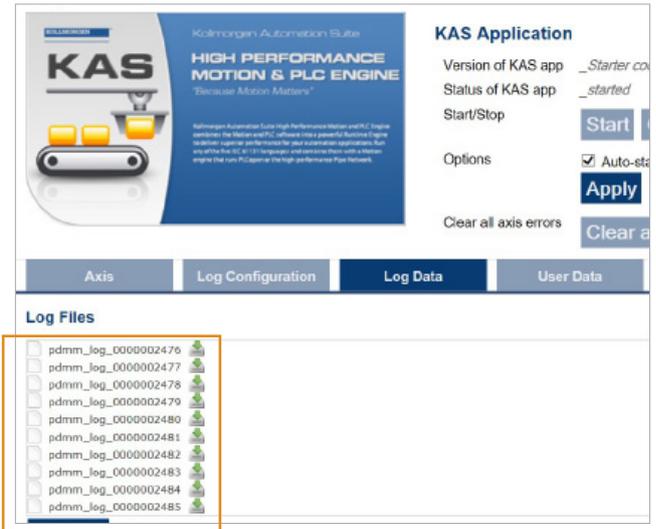
工厂设备之间的5G快速连接等新技术正变得越来越普遍。支持多个网络的运动控制器有助于用户在物联网（IoT）内进行网络适配，使得运动控制器信息能够在工厂乃至世界范围内穿行。

WEB 服务器

Web 服务器也可以用于处理进出运动控制器的信息，只需输入 IP 地址。一旦连接建立，即可获得机器操作信息和特定数量的远程控制。

右侧的屏幕截图取自一个 PDMM 系列控制器上的 Web 服务器，显示了可以打开并提供控制器状态和运行情况信息的日志文件。这些日志文件可以帮助控制工程师排除控制器的故障问题。

运动控制器在机器操作期间生产的操作数据也可以通过 Web 服务器导出。



存储卡

另一种访问信息的常用方法是使用存储卡。这种方法不基于网络，但存储卡使用户可以将数据导入运动控制器中以及将操作数据从控制器移至文件。此外，SD（安全数字）卡可用于将控制器、系统和驱动器配置信息从一个运动控制器传输到另一个运动控制器。这就提供了一种具有时效性的设置方法，可以将控制器的固件、应用程序和参数从一台机器复制到下一台机器。



远程内存

通过以太网来连接外部硬盘是另一种信息传递选择。要建立连接，可以使用运动控制器的 Web 服务器来设置 IP 地址和其他信息。这样，可以在同一建筑内或从别处访问外部硬盘，使用户更容易将信息放在存储工厂级操作信息的远程中央内存位置。而且，在运动控制器的程序中，运行机器时可以读取具有操作信息的远程内存文件。

选择哪种网络？

所有这些可选项中，哪一个才最适合您的应用呢？

考虑因素包括：

- ✔ **哪种网络协议**是您目前正在使用的控制器所采用的？
- ✔ **您对特定网络的个人使用经验如何？** 例如，对 Ethernet/IP 或 HTTP 的使用经验将有助于最大程度地减少建立和运行网络所需的时间。
- ✔ **您的供应商对特定网络的个人使用经验如何？** 他们是否具有对即时整合非常关键的应用经验？
- ✔ **网络能否以机器需要的速率更新？** 查看您的应用特性来确定您传递信息所需的更新时间。在许多应用中，会有两个层次——例如，需要在 1 至 5 毫秒内到达的信息和能够在 50 至 200 毫秒内到达的信息。
- ✔ **网络对运动控制器性能的其他方面有什么影响？** 网络加载会影响机器性能的其他方面吗？
- ✔ **工具：** 针对特定网络，生产商/供应商有哪些工具和文档可以帮助建立通信和监控传递的信息？
- ✔ **技术支持**（人机互动），供应商为了迎合您的需求提供了什么技术支持？
- ✔ **可以获得什么第三方工具？** 例如，对于 Modbus、HTTP 或 UDP，可以在线获取免费工具来设置与运动控制器通信的界面。
- ✔ **安全措施**，他们采取了哪些安全措施？

调试：

使网络工作并取得期望性能目标的步骤。

- ✔ **定义需求。** 需要通过网络传递什么信息：运动、处理、IO、状态等？
- ✔ **所需更新速率是多少**（每个参数）？
- ✔ **使用工业级以太网电缆。** 它可以防止任何噪声问题和机器停机，因此产生的额外成本是非常值得的。
- ✔ **设置通信参数**，如控制器上的更新速率、数据大小和 IP 地址，用以建立连接。
- ✔ **从基础做起。** 首先，进行基础通信工作。挑选一个或几个参数进行成功的发送与接收。在开发过程中对一些参数进行调整会更快。
- ✔ **添加剩下的参数。**
- ✔ **在网络两端验证机器性能。** 是否所有信息都到达并且是按需要的更新速率？是否对运动控制或其他方面的控制有任何影响？

结论和思考

运动控制器的信息传输功能对今天工厂的日常运营和整体生产力至关重要。本文展示了许多可用的设置选项以及在确定最适合您的选项时需要考虑的众多因素。

工厂内基于以太网的通信在过去 10 年一直处于上升阶段，而随着越来越多测量和跟踪机器性能的能力得到开发，它毫无疑问还将继续增长。可用应用和信息的多样性可以为那些利用该技术的工厂提供竞争优势。用最新的技术来充实员工的专长将使您处于新发展的领头位置。



关于作者

Carroll Wontrop 是弗吉尼亚雷德福科尔摩根公司的高级系统工程师。他 1981 年毕业于弗吉尼亚理工大学工程专业，从 1983 年以来一直从事运动控制行业。他的联系方式：carroll.wontrop@kollmorgen.com

请联系科尔摩根，获取相关解决方案

科尔摩根不止是供应商。我们还是合作伙伴，专为您的成功助力。我们可以为您提供工程师间的直接沟通支持，让您的工程师与我们创建运动控制系统和了解如何解决专业机器需求的设计人员直接联系。我们的自助设计工具可以帮助您完成产品的在线建模、选择和优化。凭借我们遍布全球的制造、设计、应用和服务中心，我们可以始终为您提供可靠供应、联合设计专业知识和个性化支持，这些都是其他合作伙伴无法提供的。无论您是在升级现有机器，还是在为客户设计将定义尖端水平的下一代机器，我们都能帮助您完成卓越的工程设计。

想要了解您机器的潜能？请访问 www.kollmorgen.cn